

Verfahren zum Betreiben einer Sendevorrichtung sowie danach  
arbeitende Sendevorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben  
5 einer Sendevorrichtung mit einer Anzahl von Langwellenantennen eines Zugangssystems eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Sie bezieht sich weiter auf eine danach arbeitende Sendevorrichtung.

10 Ein derartiges Zugangssystem, das häufig auch als passives Zugangssystem (passiv entry system) bezeichnet wird, ist üblicherweise Teil eines übergeordneten schlüssellosen Fernsteuerungssystems, das zusätzlich zu einer automatischen Entriegelung der Tür eines Fahrzeugs auch dessen Motoranlasssystem und/oder eine Wegfahrsperrung steuert. Ein solches System  
15 umfasst eine beispielsweise in den Fahrzeugschlüssel integrierte, von einer für das Fahrzeug autorisierten Person mitgeführte Sende- oder Sende- und Empfangseinrichtung (Transponder) und eine fahrzeugbasierte Sende- und Empfangseinrichtung (Tranceiver).  
20

Zur Feststellung einer Zugangsberechtigung zu dem Fahrzeug findet zwischen dem tragbaren Transponder und dem fahrzeugbasierten Tranceiver ein Austausch von Sicherheitscodes oder  
25 Zugangsdaten auf der Basis hochfrequenter (HF) und/oder niederfrequenter (LF) - und damit kurzwelliger bzw. langwelliger - Trägersignale statt. Die Ortsdetektion des Transponders erfolgt dabei über mehrere im oder am Fahrzeug verteilt angeordnete Langwellenantennen.

30 Entsprechend einem aus der DE 101 08 578 A1 bekannten passiven Fernsteuerungssystem können die Langwellenantennen von einem fahrzeugbasierten Steuersystem sequenziell aktiviert werden. Auf ein derartiges langwellenbasiertes Abfragesignal  
35 antwortet der Transponder bei dem bekannten System mit einem sicherheitscodierten HF-Signal zur Identifikation der Zugangsberechtigung. Gegebenenfalls entriegelt ein fahrzeugba-

siertes Steuersystem die Fahrzeugtür, so dass diese durch manuelles Betätigen des Türgriffs geöffnet werden kann.

Durch die sequenzielle Aktivierung der Langwellenantennen  
5 kann zwar die von der Fahrzeugbatterie zu liefernde Energie zur Ansteuerung der Langwellenantennen gering gehalten werden. Allerdings werden gemäß einem aus der DE 198 35 155 A1 bekannten schlüssellosen Zugangssystem die Sendeantennen üblicherweise mittels separater Treiber einzeln angesteuert,  
10 was insbesondere bei hohen Anforderungen an eine Treiberendstufe zu einem erheblichen Schaltungsaufwand führt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das eine möglichst ver-  
15 lustarme Ansteuerung einer Anzahl von Langwellen-Sendeantennen einer Sendevorrichtung eines Fahrzeugzugangssystems ermöglicht. Des Weiteren soll eine zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Sendevorrichtung, insbesondere für die Türsteuerung eines Kraftfahrzeugs, angegeben werden.

20 Die Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der hierauf zurückbezogenen Unteransprüche.

25 Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch eine direkte Ansteuerung aller Langwellen-Sendeantennen gemeinsam und deren Einzelaktivierung mittels einer Multiplexereinrichtung ein zuverlässiger Sendebetrieb bei gleichzeitig besonders platz- oder raumsparender  
30 und damit effektiver Schaltungs- oder Bauteileanordnung erreicht wird. Durch die direkte Ansteuerung der Langwellen-Sendeantennen wird dabei einerseits eine besonders zuverlässige Ortsdetektion und andererseits eine besonders zuverlässige Energieübertragung in einen Transponder, insbesondere in  
35 einen intelligenten Fahrzeugschlüssel, erreicht.

Durch die Verwendung eines Leistungsverstärkers mit begrenzter Anstiegszeit und optimiertem Sättigungsverhalten wird des Weiteren eine besonders verlustarme Ansteuerung bei gleichzeitiger Beschränkung der elektromagnetischen Abstrahlung auf  
5 einen zulässigen Wert ohne zusätzliche Filtermaßnahmen am Verstärkerausgang erreicht.

Ferner ist durch die direkte Ansteuerung der aus Sendespulen in Serienresonanz gebildeten Langwellen-Sendeantennen mittels  
10 einer Trapezförmigen Spannung der Schaltungsaufwand und damit der Kostenaufwand besonders gering, zumal mehrere Sender aus einem zentralen Steuergerät angesteuert und die Sendantennen direkt an den Verstärkerausgang angeschlossen werden können.

15 Zudem wird durch eine Regelung des sinusförmigen Sendestroms mit einer Begrenzung dessen Spitzenwertes mittels einer schnellen Stromabschaltung sowie einer Synchronisation durch Pulsweitenmodulation am Steuereingang des Verstärkers dessen Ausgangsleistung auf einen besonders hohen Leistungswert sta-  
20 bil eingestellt. Hierdurch kann die Endstufe des Verstärkers gesättigt betrieben werden, so dass in dessen Treiber oder Treiberstufe eine nur geringe Verlustleistung anfällt.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand  
25 einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- FIG 1      schematisch in einem Blockschaltbild die Schaltung einer Sendevorrichtung mit einem einzelnen Verstärker und einer Anzahl von Sendantennen,
- 30 FIG 2      eine vergleichsweise detaillierte Schaltung des Blockschaltbilds gemäß FIG 1,
- FIG 3      ein Signaldiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise einer Stromregelung der Sendevorrichtung, sowie
- 35 FIG 4      ein Schaltungsprinzip des Verstärkers der Sendevorrichtung.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt schematisch in einem Blockschaltbild eine Sendevorrichtung 1, die beispielsweise Teil einer Türsteuerung eines Zugangssystems eines Kraftfahrzeugs ist. Die Sendevorrichtung 1 umfasst eine Verstärkereinrichtung in Form eines zentralen Verstärkers 2, dessen Betriebsspannung  $U_B$  von der (nicht dargestellten) Fahrzeugbatterie geliefert wird. An den Ausgang  $LF_{out}$  des Verstärkers 2 sind eine Anzahl von nachfolgend als Antennen bezeichnete Langwellen-Sendeantennen  $LF_{1...n}$  direkt und gemeinsam angeschlossen. Die Antennen  $LF_{1...n}$  werden von einer Multiplexereinrichtung oder einem Multiplexer 4 einzeln aktiviert und dabei in einer bestimmten Reihenfolge und Zeitabfolge zugeschaltet und damit nacheinander aktiviert. Dazu ist die den Antennen  $LF_{1...n}$  nachgeschaltete Multiplexereinrichtung 4 gegen Ground GND geschaltet.

In den Groundzweig 6 des Multiplexers 4 ist ein Shunt 8 zur Strommessung geschaltet, der Teil einer Stromregelung 10 ist. Die Stromregelung 10 umfasst einen Stromdetektor 12 in Form eines Überstrom-Komparators, dessen einem Eingang - hier dem (+)-Eingang - ein Referenzsignal  $I_{Ref}$  und dessen anderem Eingang - hier dem (-)-Eingang - ein über die Antennen  $LF_{1...n}$  und des Multiplexers 4 geführter Sendestrom  $I_{LF}$  zugeführt wird.

Ausgangsseitig ist der Stromdetektor 12 mit einem Eingang  $E_1$  einer Steuerlogik 14 verbunden, an dessen zweiten Eingang  $E_2$  ein niederfrequentes Taktsignal  $LF_{clk}$  mit einer Frequenz von zweckmäßigerweise 125 kHz geführt ist. Ausgangsseitig ist die Steuerlogik 14 mit einem Steuereingang  $P_{in}$  des Verstärkers 2 verbunden.

Beim Betrieb der Sendevorrichtung 1 erzeugt der eingangsseitig mit dem niederfrequenten Triggersignal  $LF_{CLK}$  angesteuerte Verstärker 2 ausgangsseitig eine trapezförmige Spannung,

die über den Verstärkerausgang  $LF_{out}$  direkt zur gemeinsamen Ansteuerung der Antennen  $LF_{1...n}$  herangezogen wird. Dabei werden die Antennen  $LF_{1...n}$  mittels des Multiplexers 4 in einer vorgebbaren Zeitabfolge nacheinander dem Verstärker 2 zugeschaltet. Dadurch wird eine besonders verlustarme Ansteuerung erzielt.

Der über die jeweils aktivierte Antenne  $LF_n$  geführte Sendestrom  $I_{LF}$  wird an des Multiplexers 4 groundseitig mittels des Shunts 8 erfasst und dem (-)-Eingang des nachfolgend als Überstrom-Komparator bezeichneten Stromdetektors 12 zugeführt. Der Überstrom-Komparator 12 vergleicht den Sendestrom  $I_{LF}$  mit dem Referenzwert  $I_{Ref}$ . Bei Überschreiten des Referenzwertes  $I_{Ref}$  erfolgt mittels der Stromregelung 10 eine Strombegrenzung des Sendestroms  $I_{LF}$  auf den vorgebbaren Referenzwert  $I_{Ref}$ , der den Sollwert der Stromregelung 10 darstellt. Hierzu erzeugt der Überstrom-Komparator 12 ausgangsseitig ein Steuer- oder Triggersignal  $S_T$ , das über die Steuerlogik 14 dem Eingang  $P_{in}$  des Verstärkers 2 zur Steuerung der Ausgangsleistung dessen Endstufe zugeführt wird. Dadurch wird der Istwert des Sendestroms  $I_{LF}$  bei entsprechender Güte der als Sendekreis wirksamen Sendevorrichtung 1 mit guter Näherung dem Sollwert  $I_{Ref}$  angepasst.

Wie aus der vergleichsweise detaillierten Schaltung nach FIG 2 ersichtlich ist, ist jede Langwellen-Sendeantenne  $LF_n$  als Sendespule  $L_n$  ausgeführt, die mittels eines mit dieser in Reihe geschalteten Kondensators  $C_n$  auf Serienresonanz abgestimmt ist. Der der vom Verstärker 2 mittels einer Rechteckspannung direkt angesteuerten Antennen  $LF_n$  nachgeschaltete Multiplexer 4 ist zweckmäßigerweise in MOSFET-Technologie ausgeführt.

Dazu umfasst der Multiplexer 4 in jedem Antennenzweig  $AZ_1$  bis  $AZ_n$  einen Leistungstransistor (MOSFET), der gateseitig mittels eines entsprechenden Steuersignals  $M_c$  zur Aktivierung der jeweiligen Antenne  $LF_n$  angesteuert wird. Demzufolge führt

lediglich der jeweils angesteuerte Leistungstransistor des Multiplexers 4 den (gesamten) Sendestrom  $I_{LF}$  infolge der Ansteuerung der in dem entsprechenden Antennenweig  $AZ_n$  angeordneten Antenne  $LF_n$  mittels der vom Verstärker 2 erzeugten Rechteckspannung. Die Ausführung des Multiplexers 4 in SMART-MOSFET-Technologie führt vorteilhafterweise zu einer Resistenz der Anordnung gegen Kurzschlüsse der Antennenleitung, bei konventionellen MOSFETs können besonder schnelle Ansteuerungen, bspw. für eine schnelle Phasenmodulation erreicht werden.

Grundsätzlich können auch mehrere Antennen gleichzeitig betrieben werden, wobei dann nur der Summenstrom geregelt würde.

Die Steuerlogik 14 ist gemäß FIG 2 aus einem logischen UND-Glied oder -Gatter 16 und einem nachfolgend als PWM-latch bezeichneten Schaltwerk 18 aufgebaut. Dieses ist zweckmäßigerweise als flankengesteuertes D-Flippflop (latch-Flipflop) ausgeführt, dass gemäß dem Signaldiagramm in FIG 3 auf die positive Flanke des Taktsignals  $LF_{clk}$  triggert. Dieses PWM-latch dient somit zur Synchronisation des Steuer- oder Regelsignals  $S_T$  mit dem Takt  $LF_{clk}$  und zur Pulsweitenmodulation (PWM) des Eingangssignals  $P_{in}$  des Verstärkers 2. Dadurch erfolgt die Regelung des sinusförmigen Sendestroms  $I_{LF}$  - und damit die Regelung der Sendeleistung - durch eine Spitzenwertbegrenzung des Sendestroms  $I_{LF}$  mittels einer schnellen Stromabschaltung und einer Pulsweitenmodulations-Synchronisation.

Dazu wird das von dem Überstrom-Komparator 12 ausgangsseitig gelieferte Steuer- bzw. Regelsignal  $S_T$ , das durch einen Vergleich des im Masse- oder Ground-Zweig 6 des Multiplexers 4 gemessenen Sendestroms  $I_{LF}$  mit dem Soll- oder Referenzwert  $I_{Ref}$  gebildet wird, zur Ansteuerung des PWM-latches 18 herangezogen.

Wie in FIG 3 veranschaulicht, triggert dabei der Überstrom-Komparator 12 nicht und das PWM-latch 18 bleibt über den mit  $t_1$  bezeichneten Zeitraum gesetzt ( $Q_{Latch} = high$ ), solange der den Maximalwert des Sendestroms  $I_{LF}$  vorgegebende Referenzwert  $R_{Ref}$  nicht überschritten wird. Damit liegt der Eingangstakt  $LF_{clk}$  (50% duty cycle) am Eingang  $P_{in}$  des Verstärkers 2 an und dessen Endstufe steuert die volle Ausgangsleistung.

Überschritten dagegen der Sendestroms  $I_{LF}$  den durch den Referenzwert  $I_{Ref}$  vorgegebenen Maximal- oder Spitzenwert, so schaltet der Überstrom-Kompensator 12 und das dadurch erzeugte Regelsignal  $S_T$  setzt - im veranschaulichten Zeitraum  $t_2$  - das PWM-latch 18 zurück ( $Q_{Latch} = low$ ). Infolge der Verknüpfung mit dem als Eingangstakt dienenden Taktsignal  $LF_{clk}$  mittels des UND-Gatters 16 wird die Pulsweite am Eingang  $P_{in}$  des Verstärkers 2 derart moduliert, dass der Maximal- bzw. Spitzenwert des Sendestroms  $I_{LF}$  zumindest annähernd dem Referenz- oder Sollwert  $I_{Ref}$  entspricht. Durch diesen Kurzschlussschutz kann die Sendevorrichtung 1 nicht nur in einem Türsteuersystem, sondern vielmehr auch in einem Zentralsteuerungssystem eingesetzt werden, das zusätzlich zu dem Zugangssystem auch eine Motoranlasssteuerung und/oder eine Wegfahrsperrung des Fahrzeugs umfasst.

Der Verstärker 2 ist über einen ENABLE-Eingang  $E_{en1}$  deaktivierbar, so dass der Stromverbrauch im Ruhezustand der Sendevorrichtung 1 vernachlässigbar gering ist. -

Gemäß der Darstellung in FIG 4 ist der Verstärker 2 als Sourcefolger (source follower) und damit als Leistungsverstärker mit MOS-Feldeffekttransistoren (MOSFET's) in Drainschaltung ausgeführt. Durch diese Ausführung des Verstärkers 2 und damit der gemeinsamen Treiberendstufe für alle Sendeantennen  $LF_{1...n}$  wird die Anstiegszeit der rechteck- oder trapezförmigen Ausgangsspannung am Ausgang  $LF_{out}$  des Verstärkers 2 bzw. dessen Endstufe begrenzt. Dadurch wird die elektromagnetische Abstrahlung und damit die elektromagnetische Verträglichkeit

(EMV) besonders niedrig gehalten. Eine weitere Begrenzung der elektromagnetischen Abstrahlung oder EMV wird zweckmäßigerweise durch eine geeignete Kantenformung (edge shaping) der vorzugsweise trapez- oder rechteckförmigen Ausgangsspannung (LF<sub>out</sub>) erreicht.

Dazu wird das von der Steuerlogik 14 der Regeleinrichtung 10 an den Eingang  $P_{in}$  des Leistungsverstärkers 2 gelieferte Eingangssignal  $PWM_{in}$  über einen Buffer B1 und zwei durch den Widerstand R2 und den Transistor T1 sowie den Widerstand R3 und den Transistor T2 gebildeten Basisschaltungen in Referenzströme umgesetzt. Diese werden mit Stromspiegeln SS1, SS2 jeweils am höchsten bzw. tiefsten Potential ( $+V_H = U_B + 5V$ ), ( $-V_H = -5V$ ) gespiegelt. Die mit den jeweiligen Spannungsversorgungen  $+V_H$  und  $-V_H$  des Verstärkers 2 verbundenen Stromspiegel SS1 und SS2 sind stromgesteuerte Stromquellen, die den eingangsseitig eingeprägten Strom in den Kondensator C1 transferieren.

Die (gespiegelten) Referenzströme laden über die durch die Diode D1 und den Transistor T3 bzw. die Diode D2 und den Transistor T4 gebildeten Kaskodenstufen den Kondensator C1 auf, wobei das Potential am Kondensator C1 zwischen annähernd den Potentialen  $+V_H$  und  $-V_H$  wechselt. Dabei wird die Anstiegsgeschwindigkeit der Ladespannung am Kondensator C1 mit den Widerständen R2, R3 und mit dem Fassungsvermögen des Kondensators C1 eingestellt. Mit einem aus den Transistoren T5, T6 sowie den Dioden D3, D4 und den Widerständen R4, R5, R6 gebildeten Netzwerk kann die Spannungsrampe am Kondensator C1 zusätzlich im Bereich der Versorgungsspannungen  $+V_H$  und  $-V_H$  verlangsamt werden (edge shaping).

Durch die dargestellte Zusammenschaltung der Transistoren T7 bis T10 mit den Widerständen R7 bis R10 ist ein Stromverstärker gebildet, der die Spannung am Kondensator C1 auskoppelt und einen Endstufentreiber T15, T16 ansteuert. Hierzu bilden die Transistoren T11 und T12 sowie der Widerstand R11



eine schaltbare Stromquelle, deren Ausgangsstrom mit den beiden Stromspiegeln SS3 und SS4 am höchsten bzw. tiefsten Potential +VH bzw. -VH gespiegelt und über die durch die Diode D5 und den Transistor T13 bzw. die Diode D6 und den Transistor T14 gebildete Kaskodenstufe ausgekoppelt wird. Die Stromspiegel mit Kaskode (SS1, D2, T4; SS2, D1, T3; SS3, D6, T14; SS4, D5, T13) bieten den Vorteil hoher Ausgangswiderstände und großer Verstärkungen in den jeweiligen Treiberstufen T7 bis T10 und T15, T16 der Verstärkereinrichtung 2.

Der ausgekoppelte symmetrische Strom fließt durch ein durch die Dioden D7, D8 sowie die Widerstände R12, R13 gebildetes Netzwerk und erzeugt damit eine Offset-Spannung zur Ansteuerung der Steuereingänge der Endstufe des Verstärkers 2. Die Endstufe ist durch MOS-Feldeffekttransistoren T17 und T18 in Source-Folgerkonfiguration gebildet, so dass die Offset-Spannung deren Gates ansteuert. Durch die konstante Bestromung dieses Netzwerkes D7, R12; D8, R13 bleibt der Gatespannungs-Offset über den gesamten Bereich der Ansteuerung konstant, wobei lediglich die Mittenspannung an den Widerständen R12 und R13 vom Stromverstärker T7 bis T10, R7 bis R10 gesteuert werden muss.

Werden die Widerstände R12 und R13 durch ein Netzwerk mit temperaturabhängigen Widerständen ersetzt, insbesondere durch NTC-Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizient, kann der Offset derart beeinflusst werden, dass der Querstrom in der durch die MOSFET's T17 und T18 gebildeten Ausgangs- oder Endstufe über einen großen Temperaturbereich nahezu konstant bleibt. Alternativ kann diese Eigenschaft auch dadurch erreicht werden, dass der jeweilige Referenzstrom temperaturabhängig gesteuert wird. Hierzu kann entweder der Widerstand R11 durch einen temperaturabhängigen Widerstand ersetzt oder die Basisspannung am Transistor T11 von einer externen Kontrolleinrichtung moduliert werden.

Die Offset-Spannung steuert über den durch die Transistoren T15 und T16 gebildeten Emitterfolger direkt das jeweilige Gate der Endstufentransistoren T17 und T18. Über ein durch den Widerstand R14 und den Kondensator C2 gebildetes Netzwerk wird dabei sichergestellt, dass die Gates der Ausgangstransistoren T17 und T18 in beiden Richtungen dynamisch bewegt werden können. Anstelle dieses Netzwerkes R14, C2 können alternativ auch komplementäre Folger zur Ansteuerung der Endstufentransistoren T17, T18 eingesetzt werden. Mit einem durch die Dioden D9 bis D12 gebildeten Clamping-Netzwerk wird sichergestellt, dass im Falle eines Kurzschlusses am Verstärkerausgang  $LF_{out}$  die maximal zulässige Gate-Source-Spannung der Ausgangstransistoren T17, T18 nicht überschritten wird und diese damit nicht zerstört werden.

Über mit den Widerständen R15 und R16 beschaltete Operationsverstärker OPV1 bzw. OPV2 werden die Ströme in den Ausgangspfaden der Endstufentransistoren T17 bzw. T18 gemessen und zu Diagnosezwecken überwacht. Dabei kann durch eine geeignete Verknüpfung der dabei erfassten Stromwerte mit dem Sendestrom  $I_{LF}$  die durch die beiden Ausgangstransistoren T17 und T18 gebildete Endstufe vor einer thermischen Zerstörung im Falle eines Kurzschlusses oder einer Überlast am Ausgang  $LF_{out}$  und vor einem übermäßigen Querstrom in der Endstufe T17, T18 geschützt werden.

Der zur Deaktivierung des Leistungsverstärkers 2 dienende 5V-ENABLE-Eingang schaltet die Stromquellen der den Transistor T1 umfassenden Basisschaltung und des den Transistor T5 aufweisenden Netzwerkes sowie der den Transistor T1 aufweisenden schaltbaren Stromquelle ab. Im deaktivierten Zustand des Leistungsverstärkers 2 (ENABLE = low) werden diese Stromquellen deaktiviert und damit die Endstufentransistoren T17, T18 hochohmig geschaltet.

Durch die Strommessung in den Ausgangs- oder Endstufentransistoren T17 und T18 generierte Diagnosesignale  $HS_{diag}$  bzw.

$LS_{diag}$  werden einer (nicht dargestellten) Kontrolleinrichtung zugeführt, die den Leistungsverstärker 2 bei Kurzschluss oder Überlast am Ausgang  $LF_{out}$  und/oder gegen erhöhten Querstrom schützt.

5

Durch die Verwendung eines derartigen Leistungsverstärkers 2 mit begrenzter Anstiegszeit und besonders günstigem Sättigungsverhalten wird die elektromagnetische Abstrahlung ohne zusätzliche Filtermaßnahmen am Ausgang  $LF_{out}$  auf zuverlässige Werte beschränkt. Dabei kann durch symmetrische Ausführung der Schaltflanken die Anstiegsgeschwindigkeit der rechteck- oder trapezförmigen Ausgangsspannung des Leistungsverstärkers 2 unter Vermeidung einer Beeinträchtigung der Eigenschaften der Sendestromregelung 10 weitgehend reduziert werden. Mit dieser aktiven Beeinflussung der Schaltflanken wird die elektromagnetische Abstrahlung des Sendeverstärkers 1 und damit der Sendevorrichtung 1 minimiert.

10

15

Insgesamt sind durch die Verwendung lediglich eines einzelnen Leistungsverstärkers 2 zur gemeinsamen Ansteuerung der mehreren Langwellen-Sendeantennen  $LF_{1...n}$  die Verstärkereigenschaften unter Vermeidung einer ineffektiven Erhöhung des Gesamtaufwandes besonders günstig. Insbesondere kann durch die aktive Beeinflussung der Schaltflanken, d.h. der Anstiegszeitbegrenzung und des edge-shaping der rechteck- bzw. trapezförmigen Ausgangsspannung des Leistungsverstärkers 2 die Sendevorrichtung 1 ohne zusätzlichen Filteraufwand in einem Kraftfahrzeug betrieben werden. Dabei wird die elektromagnetische Abstrahlung besonders gering gehalten.

20

25

30

Gegenüber einer sinusförmigen Ansteuerung einer Sendeeinrichtung im Langwellenbereich, deren Sendespule in Parallel- oder Serienresonanz betrieben wird, ist das beschriebene Ansteuerungsverfahren mittels rechteck- oder trapezförmiger Ausgangsspannung hinsichtlich des dadurch erzielten geringen Schaltungsaufwandes und der geringen Verlustleistung in der Leistungs-

35

endstufe T<sub>17</sub>, T<sub>18</sub> des Leistungsverstärkers 2 besonders vorteilhaft.

Auch sind eine aufwändige Regelung der Sendeleistung und der  
5 Einsatz jeweils einer Leistungsendstufe für jede Sendestufe  
oder jeden Sendezweig nicht erforderlich. Grund hierfür ist,  
dass die Endstufe T<sub>17</sub>, T<sub>18</sub> des Leistungsverstärkers 2 gesät-  
tigt betrieben wird und deshalb im Endstufentreiber T<sub>15</sub>, T<sub>16</sub>  
nur wenig Verlustleistung anfällt. Zudem kann der Sendestrom  
10  $I_{LF}$  mittels Pulsweitenmodulation geregelt werden, was den  
Schaltungsaufwand weiter reduziert. Dadurch, dass die Anten-  
nen LF<sub>1...n</sub> direkt an den Ausgang LF<sub>OUT</sub> des Leistungsverstär-  
kers 2 angeschlossen werden, können mehrere Sender aus einem  
zentralen Steuergerät angesteuert werden. Hierbei wird der  
15 Ansteueraufwand insbesondere auch durch die Verwendung eines  
Leistungsmultiplexers 4 reduziert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Sendevorrichtung (1) eines Zugangssystems mit einer Anzahl von Langwellenantennen (LF<sub>1...n</sub>), bei dem die Langwellenantennen (LF<sub>1...n</sub>) gemeinsam mittels eines zentralen Leistungsverstärkers (2) angesteuert und über eine Multiplexereinrichtung (4) einzeln aktiviert werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sendestrom (I<sub>LF</sub>) geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Istwert des Sendestroms (I<sub>LF</sub>) erfasst und bei Überschreiten eines Sollwertes (I<sub>Ref</sub>) durch Pulsweitenmodulation des Eingangssignals (P<sub>in</sub>) der Verstärkereinrichtung (2) der Sendestrom (I<sub>LF</sub>) dem Sollwert (I<sub>Ref</sub>) angenähert wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem mittels des Leistungsverstärkers (2) eine rechteck- oder trapezförmige Ausgangsspannung (LF<sub>out</sub>) zur Ansteuerung der Langwellenantennen (LF<sub>1...n</sub>) erzeugt wird.
4. Sendevorrichtung (1) für ein Zugangssystem, insbesondere eines Fahrzeugs,
  - mit einer Anzahl von Langwellenantennen (LF<sub>1...n</sub>)
  - mit einer Multiplexereinrichtung (4) zur Aktivierung jeweils einer einzelnen Langwellenantenne (LF<sub>n</sub>) und
  - mit einer gemeinsamen Verstärkereinrichtung (2), an dessen Ausgang (LF<sub>out</sub>) die Langwellenantennen (LF<sub>1...n</sub>) gemeinsam angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet, daß**
  - eine Steuereinheit (10) zur Regelung des Sendestroms (I<sub>LF</sub>) vorgesehen ist.

5. Sendevorrichtung nach Anspruch 4, bei der eine Vorrichtung (8) zur Erfassung des Istwerts des Sendestroms ( $I_{LF}$ ) und eine Steuereinheit (10,12,14) zur Pulsweitenmodulation des Eingangssignals ( $P_{in}$ ) der Verstärkereinrichtung (2) vorgesehen ist, wobei die Steuereinheit bei Überschreiten eines Sollwertes ( $I_{Ref}$ ) den Sendestrom ( $I_{LF}$ ) dem Sollwert ( $I_{Ref}$ ) annähert.
6. Sendevorrichtung nach Anspruch 5, mit einer der Verstärkereinrichtung (2) eingangsseitig vorgeschalteten und der Multiplexereinrichtung (4) nachgeschalteten Regeleinrichtung (10) zur Begrenzung des Sendestroms ( $I_{LF}$ ).
7. Sendevorrichtung nach einem der Ansprüche 6, mit einer ausgangsseitig mit einem Steuereingang ( $P_{in}$ ) der Verstärkereinrichtung (2) verbundenen Steuereinrichtung (14), die einen ersten Eingang ( $E_1$ ) für ein Taktsignal ( $LF_{clk}$ ) und einen zweiten Eingang ( $E_2$ ) für ein Steuersignal ( $S_T$ ) aufweist.
8. Sendevorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Steuereinrichtung (14) ein logisches Verknüpfungsglied (16) mit einem ersten Eingang für das Taktsignal ( $LF_{clk}$ ) und mit einem zweiten Eingang umfasst, mit dem der Komparator (12) ausgangsseitig über ein Schaltwerk (18) verbundenen ist, wobei als Schaltwerk (18) ein gesteuertes latch-Flipflop zur Pulsweitenmodulation eines Steuereingangssignals ( $P_{in}$ ) der Verstärkereinrichtung (2) vorgesehen ist.

## Zusammenfassung

Verfahren zum Betreiben einer Sendevorrichtung sowie danach arbeitende Sendevorrichtung

5

Zum Betreiben einer Sendevorrichtung (1) eines Zugangs-  
systems, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Anzahl  
von Langwellenantennen ( $LF_{1...n}$ ) werden diese gemeinsam mit-  
tels eines zentralen Leistungsverstärkers (2) angesteuert und  
10 über eine Multiplexereinrichtung (4) einzeln aktiviert. Die  
Sendevorrichtung (1) umfasst hierzu eine Multiplexereinrich-  
tung (4) zur Aktivierung jeweils einer einzelnen Langwellen-  
antenne ( $LF_n$ ) und eine Verstärkereinrichtung (2), an dessen  
Ausgang ( $LF_{out}$ ) die Langwellenantennen ( $LF_{1...n}$ ) gemeinsam an-  
15 geschlossen sind.

Die Sendevorrichtung weist insbesondere eine Vorrichtung (8)  
zur Erfassung des Istwerts des Sendestroms ( $I_{LF}$ ) und eine  
Steuereinheit (10,12,14) zur Pulsweitenmodulation des Ein-  
gangssignals ( $P_{in}$ ) der Verstärkereinrichtung (2) auf, wobei  
20 die Steuereinheit bei Überschreiten eines Sollwertes ( $I_{Ref}$ )  
den Sendestrom ( $I_{LF}$ ) dem Sollwert ( $I_{Ref}$ ) annähert.

(FIG 1)

## Bezugszeichenliste

|    |                    |                               |
|----|--------------------|-------------------------------|
|    | 1                  | Sendevorrichtung              |
|    | 2                  | Verstärker                    |
| 5  | 4                  | Multiplexer                   |
|    | 6                  | Groundzweig                   |
|    | 8                  | Shunt                         |
|    | 10                 | Stromregelung                 |
|    | 12                 | Stromdetektor/Komparator      |
| 10 | 14                 | Steuerlogik                   |
|    | 16                 | UND-Gatter                    |
|    | 18                 | Schaltwerk/PWM-latch          |
|    | AZ <sub>n</sub>    | Antennenzweig                 |
| 15 | B                  | Buffer                        |
|    | C                  | Kondensator                   |
|    | D                  | Diode                         |
|    | E <sub>n</sub>     | Eingang                       |
|    | E <sub>enl</sub>   | ENABLE-Eingang                |
| 20 | HS <sub>diag</sub> | Diagnosesignal                |
|    | LF <sub>n</sub>    | Sendeantenne                  |
|    | LS <sub>diag</sub> | Diagnosesignal                |
|    | I <sub>LF</sub>    | Sendestrom/Istwert            |
|    | I <sub>Ref</sub>   | Referenzstrom/Sollwert        |
| 25 | L <sub>n</sub>     | Sendespuhle                   |
|    | LF <sub>n</sub>    | Sendeantenne                  |
|    | LF <sub>out</sub>  | Ausgang                       |
|    | LF <sub>clk</sub>  | Taktsignal                    |
|    | M <sub>c</sub>     | Steuersignal                  |
| 30 | P <sub>in</sub>    | Steuereingang                 |
|    | R                  | Widerstand                    |
|    | S <sub>r</sub>     | Triggersignal                 |
|    | SS                 | Stromspiegel                  |
|    | T                  | Transistor/MOSFET             |
| 35 | U <sub>B</sub>     | Betriebsspannung              |
|    | VH                 | Versorgungsspannung/Potential |



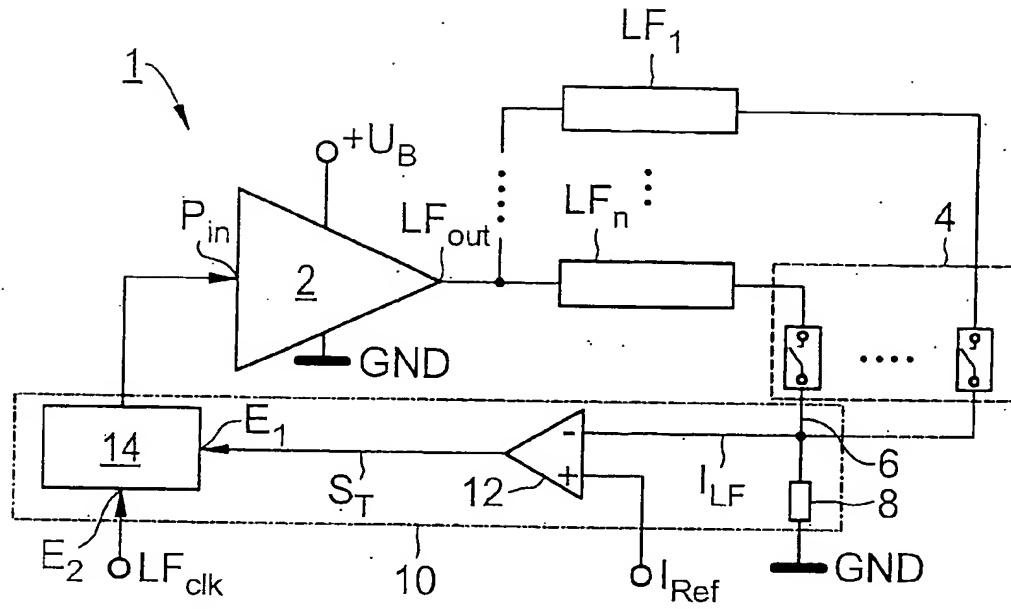


Fig. 1

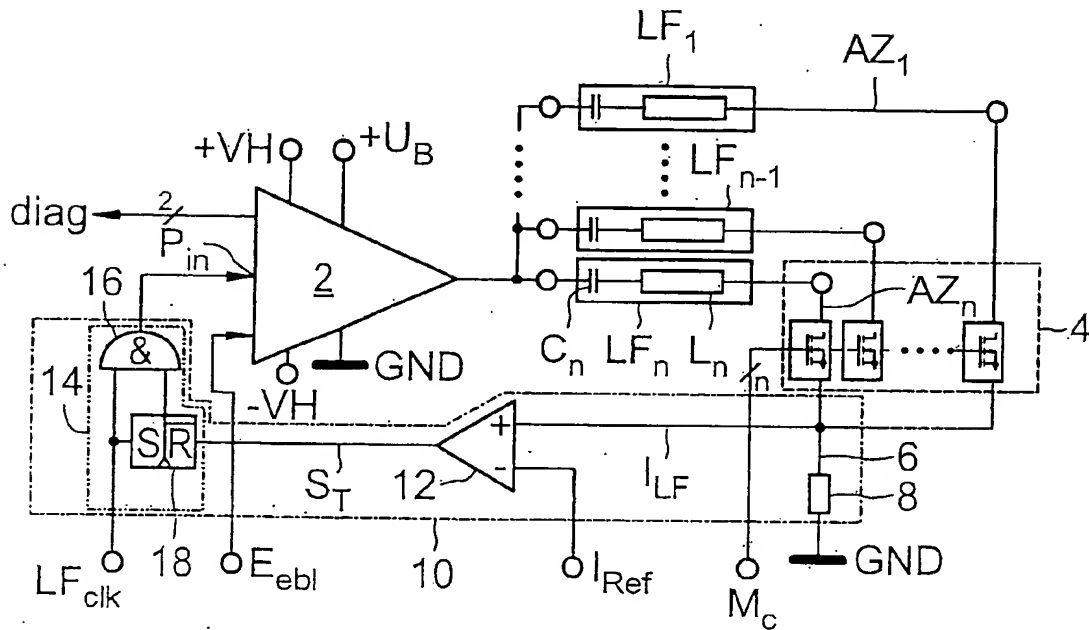


Fig. 2

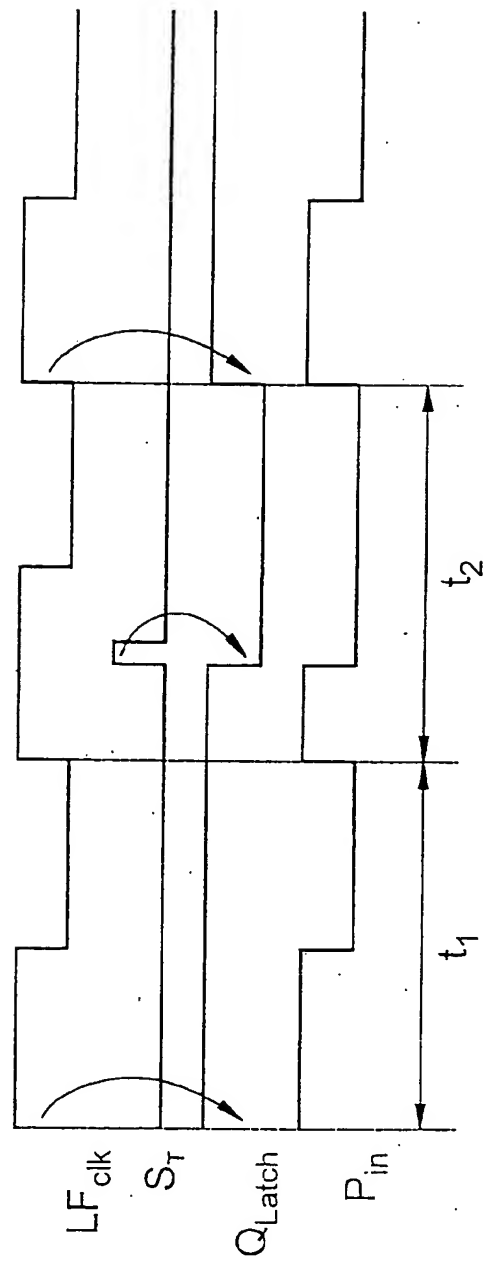


Fig. 3

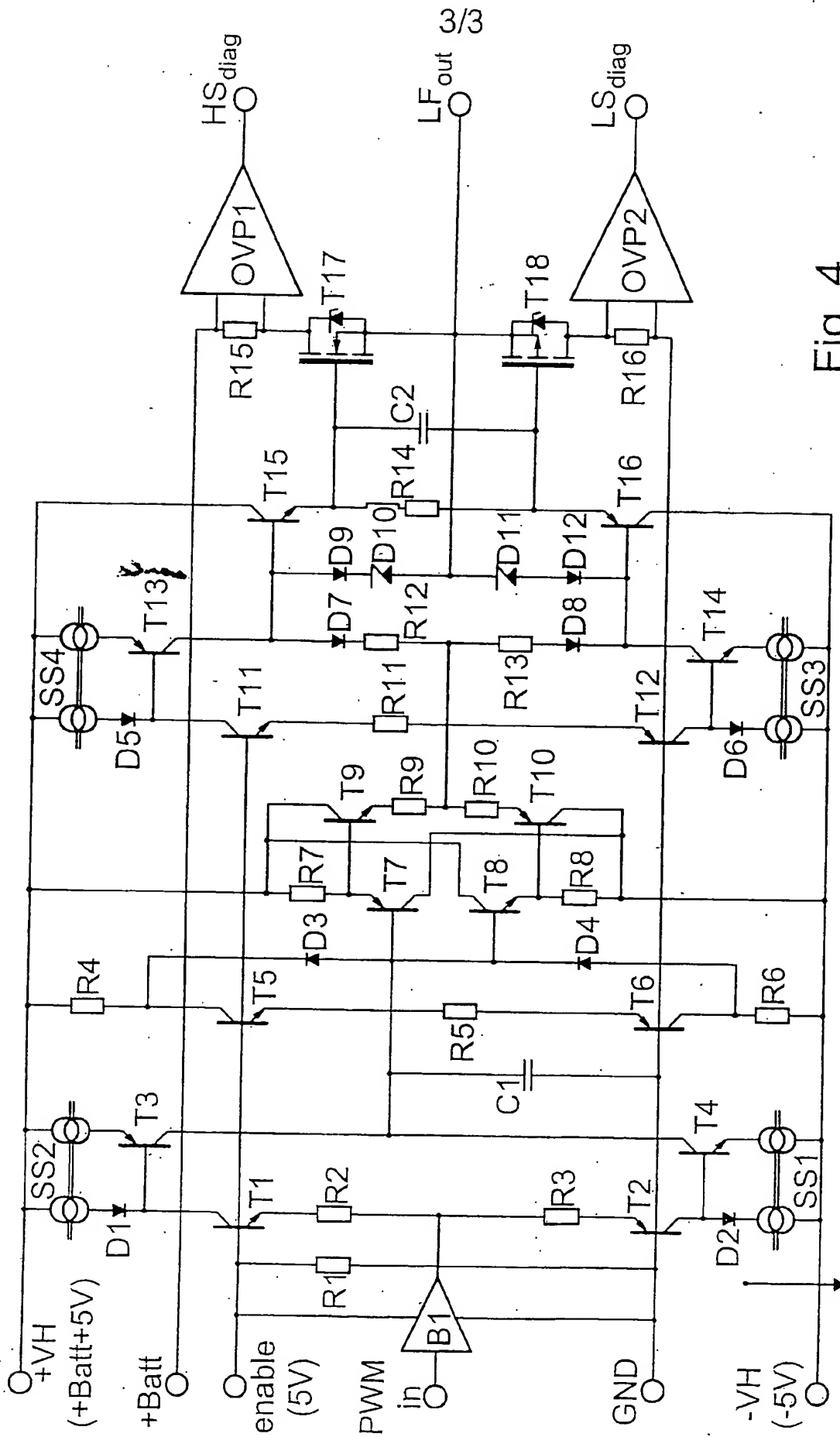


Fig. 4